23

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE

DE

M. ARMAND MOREAU

Membre de la Société anatomique en 1851,
Docteur en médecine en 1854,
Membre de la Société de biologie en 1856,
Membre de la Société philomatique en 1860,
Lauréat de l'Académie des sciences,
Prix de Physiologie expérimentale en 1863,
Suppléant du Cours de M. Flourens au Collége de France en 1866.

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE

DE

M. ARMAND MOREAU

Membre de la Société anatomique en 1851,
Docteur en médecine en 1854,
Membre de la Société de biologie en 1856,
Membre de la Société philomatique en 1860,
Lauréat de l'Académie des sciences,
Prix de Physiologie expérimentale en 1863,
Suppléant du Cours de M. Flourens au Collége de France en 1866.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR LA VESSIE NATATOIRE DES POISSONS.

Ces recherches ont rapport à quatre points principaux :

1° Aux causes des variations des gaz de la vessie natatoire, ou, en d'autres termes, aux conditions physiologiques qui déterminent la composition chimique de l'air dans la vessie natatoire.

2° Au mécanisme de la voix chez certaines espèces de poissons.

3° Au rôle de la vessie natatoire au point de vue statique.

4° Au rôle des nerfs dans la production de l'air de la vessie natatoire.

1. Sur les conditions physiologiques qui font varier la composition chimique de l'air de la vessie natatoire.

Mémoire à l'Académie des sciences et communications. — Comptes rendus, t. LVII, p. 37 et 816.

Plusieurs analyses chimiques que je fis pour déterminer la composition de l'air contenu dans la vessie natatoire, me fournirent les résultats déjà acquis à la science. L'oxygène, l'azote, l'acide carbonique sont les gaz qui remplissent la vessie natatoire, les deux premiers formant la presque totalité de la masse gazeuse.

Je me suis proposé de poursuivre ces recherches et de faire varier les conditions physiologiques qui pouvaient influer sur cette composition, et j'ai eu le bonheur d'arriver à des conditions précises, faciles à réaliser, qui commandent la composition chimique, en sorte que le physiologiste peut, quand il le veut, et comme j'ai eu l'honneur de le faire devant une commission de l'Académie des sciences, montrer deux poissons qui, semblables sous les rapports d'espèce, d'âge, de provenance, etc., offrent le contraste le plus complet sous le rapport de la composition chimique de l'air de la vessie natatoire; l'un, ayant la vessie natatoire pleine d'oxygène, l'autre, l'ayant pleine d'azote. Voici d'une façon sommaire comment je suis parvenu à ces résultats :

Considérant que l'air de la vessie natatoire pouvait être assimilé à un produit de sécrétion, j'ai tenté de provoquer l'activité formatrice des gaz, comme on provoque certaines sécrétions, par exemple, en enlevant le pro-

duit même, à mesure qu'il se forme. J'enlevai donc l'air de la vessie natatoire, et j'analysai le nouvel air qui le remplaçait. Je trouvai une proportion d'oxygène plus forte que la proportion normale, et répétant mes expériences en les perfectionnant, j'arrivai à voir que l'on pouvait, sur tous les poissons qui ont une vessie natatoire, faire que la proportion d'oxygène qui, chez certaines espèces, ne dépasse pas 8 pour 100, grandisse et s'approche de plus en plus de 100, dépassant ainsi de beaucoup la proportion d'oxygène qui existe dans l'atmosphère, et celle qui existe dans l'air que dissout l'eau.

Ce résultat implique une conséquence importante et sur laquelle je suis revenu dans des recherches ultérieures. La vessie natatoire est donc un organe dans lequel l'oxygène est sécrété pur, et sans mélange d'azote; la présence de l'azote est due à une cause différente. L'organe, dans son activité physiologique, ne produit que de l'oxygène. Il le produit d'autant plus facilement que sa structure anatomique est plus parfaite; ainsi, les poissons dont la vessie natatoire a des corps rouges, ont, en général, des proportions d'oxygène de beaucoup supérieures à celles des poissons qui n'ont pas de corps rouges, et toujours ils réparent les pertes de gaz faites par la vessie natatoire, avec une activité supérieure.

J'ai résolu le probléme inverse, qui consiste à priver d'oxygène l'air de la vessie natatoire, en obligeant le poisson à vivre aux dépens de cet air, et pour cela, il suffit de le mettre dans une eau pauvre en oxygène, ou tout à fait privée de ce gaz.

Voici, relativement à ce travail que j'ai présenté au concours de 1863, le rapport de la Commission nommée par l'Académie des sciences :

INSTITUT IMPÉRIAL DE FRANCE.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. LVII, séance du 28 décembre 1863.

Rapport sur le Concours pour le prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon).

(*Commissaires :* Cl. Bernard, Flourens, Milne Edwards, Longet, Coste, *rapporteur.*)

« La vessie natatoire des poissons a été le sujet des recherches de « M. Armand Moreau. Cet organe, dont les savants ont surtout considéré

« le côté statique, est rempli d'un air formé, comme l'air atmosphérique, « par le mélange de trois gaz, l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, le « dernier de ces gaz s'offrant toujours en quantité très-faible.

« D'après les analyses faites au commencement de ce siècle par M. de « Humboldt et par M. Biot, l'oxygène et l'azote, qui remplissent presque à « eux seuls la capacité de la vessie natatoire, avaient été trouvés comme « variant dans les limites les plus étendues, tel poisson, par exemple, of- « frant 90 pour 100 d'oxygène, tel autre de la même espèce, 90 pour 100 « d'azote.

« Les causes de ces variations étaient restées tout à fait inconnues jus- « qu'au travail de M. Armand Moreau, qui a placé cette question dans son « véritable jour en déterminant les conditions physiologiques de ces va- « riations et en s'en rendant maître.

« L'auteur a présenté, en effet, à la Commission deux poissons, en an- « nonçant que la vessie natatoire de l'un ne contiendrait point d'oxygène, « tandis que celle de l'autre en offrirait plus de 80 pour 100.

« Ces deux sujets appartenaient à l'espèce Perche qui, normalement, « offre de 20 à 30 pour 100 de ce gaz dans l'air de la vessie natatoire.

« Les poissons sacrifiés et les analyses faites sous les yeux de la Com- « mission ont justifié les prévisions du physiologiste.

« Pour faire augmenter l'oxygène de la vessie natatoire, M. Moreau vide « l'organe à l'aide de la machine pneumatique ou à l'aide de la ponction, « suivant que la vessie natatoire est munie d'un canal aérien ou en est « dépourvue. Les sujets en expérience sont ensuite abandonnés à eux- « mêmes dans les conditions normales. Seulement, on dispose sous l'eau « un diaphragme pour empêcher les poissons qui ont un canal aérien de « venir à la surface.

« L'air se reforme alors dans la vessie natatoire et contient d'énormes « proportions d'oxygène. On est autorisé à penser que c'est de l'oxygène « pur qui se produit dans ces conditions, parce que la proportion de ce « gaz va en augmentant à mesure que la vessie se remplit, et s'exagère « encore si on vide plusieurs fois l'organe.

« L'indispensable condition pour le succès de ces expériences est que « le poisson sur lequel on opère soit en pleine santé ; car, dans le cas con- « traire, l'oxygène diminue, et c'est sur la connaissance de ce fait que « M. Moreau se fonde pour obtenir à volonté la diminution et la disparition « de ce gaz.

« Ayant observé que, sur les poissons morts hors de l'eau, la proportion « d'oxygène avait diminué, la pensée lui vint d'asphyxier les sujets, et il

« vit que, dans ces conditions, c'est-à-dire quand l'animal ne peut plus « emprunter le gaz au milieu ambiant, il l'emprunte au gaz de sa vessie « natatoire, où l'oxygène diminue en proportion de cet emprunt et peut « même disparaître presque complétement.

« Toutes ces expériences délicates ont été exécutées avec une précision « qui ne laisse rien à désirer. La Commission décerne à leur auteur le « prix de Physiologie expérimentale. »

2. Sur le mécanisme de la voix des poissons. — anatomie et physiologie.

Comptes rendus, t. LIX, p. 436.

Les recherches anatomiques que j'ai faites sur un grand nombre d'espèces de poissons dans la baie de Naples, sur d'autres côtes de la Méditerranée et dans l'Océan, m'ont permis de constater qu'il existe une grande variété de vessies natatoires, comme on le savait déjà, grâce surtout au travail important de M. François Delaroche, et m'ont conduit à chercher, dans la structure anatomique, des dispositions qui pouvaient mener à l'explication de la voix chez ces animaux.

C'est en disséquant avec soin la vessie natatoire du trigla hirundo (grondin) que j'ai vu, outre la couche musculaire très-épaisse que tout le monde connaît, et qui forme les parois de l'organe, un diaphragme léger dont les vibrations, rendues visibles dans mes expériences, coïncident avec le murmure particulier et sonore qui constitue ce que l'on appelle la voix dans cette espèce de poissons. J'ai montré quels étaient les nerfs qui, à la volonté de l'animal, ou sous l'influence d'un courant galvanique appliqué par l'expérimentateur, déterminent les contractions de cette vessie natatoire extrêmement musculeuse, et par suite, la production des sons. Je rapproche la structure de la vessie natatoire du zeus faber de celle du genre trigla, et en précisant les conditions anatomiques et expérimentales, j'indique qu'il convient de voir, pour les autres poissons ayant de la voix, les modifications que la structure différente des organes apporte dans le mécanisme de la phonation.

3. De la vessie natatoire au point de vue statique.

Mémoire à l'Académie des sciences, 1863.

Les expériences et les observations que j'ai faites sur ce sujet sont contenues dans les communications et le mémoire déjà cités. Elles peuvent se résumer comme il suit :

Le poisson a normalement une densité égale à celle du milieu dans lequel il est plongé, et comme lorsqu'il possède une vessie natatoire son volume varie sensiblement en raison de la pression qu'il supporte, on peut se demander l'influence qu'exerce cet organe au point de vue de l'équilibre et des mouvements.

Si nous prenons la formule suivante $D=\frac{P}{V}$, la densité est égale au poids divisé par le volume. Et si nous posons $V=v+v'$; v' exprimant le volume de la vessie natatoire et v le volume du reste de l'animal, nous aurons $D=\frac{P}{v+v'}$. Nous voyons que la valeur de la fraction, c'est-à-dire la densité du poisson, varie, en sens inverse de v'. Or v' diminue dans deux conditions, si la pression augmente ou bien si une partie de l'air de la vessie natatoire est supprimée. Dans ce dernier cas le poids P varie aussi, mais d'une quantité égale au poids de l'air sorti de la vessie, quantité assez petite pour être négligée ici et pour que l'on puisse conserver la formule.

On comprend donc que, si l'on enlève de l'air à la vessie natatoire du poisson, sa densité augmentera, il deviendra plus lourd que l'eau, et la pression augmentant avec la profondeur, il tendra à tomber indéfiniment jusqu'au moment où la résistance du fond l'arrêtera. Les efforts musculaires et la reformation de l'air de la vessie pourront être insuffisants pour conjurer ces effets.

Si on diminue la pression que le poisson supporte, le volume v' de la vessie natatoire augmentera, et la densité diminuant, le poisson, élevé vers la surface, prendra un volume croissant en raison de l'expansion de l'air contenu dans sa vessie natatoire. Les efforts musculaires pourront être insuffisants pour conjurer ces effets.

Ainsi donc, la vessie natatoire dans les conditions que je viens de supposer est un organe qui compromet la vie du poisson, et qui le voue à une mort presque certaine en le maintenant, par une cause physique, dans un milieu, c'est-à-dire à une altitude où il ne vit pas et où il ne peut vivre et se

mouvoir facilement. La vessie natatoire, dans ces conditions, constitue donc un danger que le poisson qui n'a pas de vessie natatoire n'a pas à courir.

Quand la vessie natatoire se dilate parce que la pression supportée diminue, le canal aérien peut faire l'office d'une soupape de sûreté en laissant dégager une partie du gaz et en permettant au poisson d'avoir le volume qui lui conserve la densité de l'eau. C'est avec raison que tout le monde reconnaît au canal aérien cet office. Mais il n'en faut pas exagérer l'importance. L'air une fois sorti, le poisson, à moins qu'il ne le remplace par une nouvelle et égale quantité d'air, appartient à une nouvelle altitude. Il a changé de milieu et il ne peut regagner celui qu'il occupait sans courir le risque de descendre indéfiniment, jusqu'au fond de l'eau. Si nous considérons des poissons vivant dans une eau profonde comme est souvent la mer, nous savons qu'ils se tiennent à un certain niveau suivant l'espèce. Or celui qui a perdu une partie de l'air de sa vessie natatoire est expatrié, il n'aura plus d'équilibre que dans une couche plus superficielle, c'est-à-dire où la pression sera moindre, et cet exil persistera jusqu'à ce que l'air, se reformant, lui permettra de regagner peu à peu le niveau plus profond qui lui est normal.

C'est dans des limites restreintes et que j'indique d'une manière générale que la vessie natatoire des poissons leur est vraiment utile et constitue au point de vue statique un perfectionnement dans leur organisation.

Sur ce sujet beaucoup d'observations et d'expériences ont été faites; voici brièvement une partie des miennes : j'ai enlevé à l'aide de la machine pneumatique à des tanches, poissons dont la vessie natatoire est pourvue d'un canal aérien, une quantité d'air suffisante pour que ces poissons fussent longtemps retenus au fond de l'eau par leur densité augmentée. Sur d'autres cyprins, j'ai déterminé, en produisant une diminution rapide de la pression extérieure, les phénomènes de distension que l'on observe chez ceux qui ont la vessie natatoire close, ce que j'explique en considérant que le canal aérien étroit, long et sinueux, a subi une torsion ou une compression par suite de la dilatation très-rapide de la vessie natatoire et n'a pas agi comme soupape de sûreté. Ce phénomène peut évidemment se produire sur un poisson retiré d'une grande profondeur avec une certaine vitesse. J'ai constaté, dans la baie de Naples, le fait déjà bien connu et bien observé par Biot, dans l'île d'Iviça, de poissons qui, amenés d'une grande profondeur, offrent un ballonnement considérable du corps et ont perdu la liberté de leurs mouvements par suite de l'énorme dilatation de l'air de la vessie natatoire; et j'ai reproduit ce phénomène avec toutes ses variétés à l'aide de la machine pneumatique sur des perches de rivière, poissons dont la vessie natatoire est close : la projection de l'estomac à travers la

bouche ; la distension excessive de l'abdomen ; la rupture de la vessie natatoire dans des points variés, etc.

4. Du rôle des nerfs dans la production de l'air de la vessie natatoire.

Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. LX, p. 405.

Parmi les filets nerveux qui s'entre-croisent et s'anastomosent avant d'atteindre la vessie natatoire, j'ai distingué des nerfs spéciaux sous l'influence desquels se produit le gaz oxygène. Voici comment je suis arrivé à trouver et à établir cette influence. J'avais pratiqué la ligature du canal aérien sur une tanche, je la sacrifiai quelques jours après et je trouvai que l'air de la vessie natatoire contenait 14 p. 100 d'oxygène. Cette proportion était un peu supérieure à celle que j'avais trouvée dans de nombreuses analyses antérieures, faites sur des tanches normales. Pour en avoir l'explication, je supposai que la ligature du canal aérien devait être considérée comme sans importance par elle-même, tandis que la ligature des nerfs qui lui sont accolés et que l'on comprend nécessairement sous le fil était la véritable raison de ce phénomène singulier qu'il importait de reproduire et d'exagérer. Je m'appliquai donc à chercher un procédé qui pût me permettre d'agir sur les nerfs sans agir sur le canal aérien, et après de longues dissections, je reconnus que l'on pouvait agir sur un point bien déterminé où les nerfs qui vont à la vessie natatoire en formant d'inextricables lacis, procèdent visiblement de deux sources : l'une, le pneumo-gastrique ; l'autre, le grand sympathique. Je pouvais dès lors opérer séparément sur les nerfs, sans toucher au canal aérien et distinguer l'influence des deux sortes de nerfs confondus plus bas.

L'opération consiste à pénétrer sous le rein et sous le foie, sans rompre les vaisseaux sanguins, fragiles et volumineux, qui tiennent à ces organes, et à couper les nerfs qui accompagnent l'artère cœliaco-mésentérique plus haut que la vessie natatoire, c'est-à-dire les nerfs sympathiques qui vont à cet organe.

Toutes les expériences que j'ai faites ont donné des résultats concordants. La proportion d'oxygène a constamment augmenté quand j'ai coupé les nerfs sympathiques ; elle est restée stationnaire, ou a diminué quand j'ai coupé les nerfs pneumo-gastriques. La production de l'oxygène dans la vessie natatoire des poissons est donc sous l'influence du grand sympathique.

J'ai eu l'occasion de communiquer ce travail à plusieurs physiologistes

allemands. L'un d'eux, M. Dubois-Reymond, m'a engagé à donner au filet sympathique que je coupe un nom indiquant sa propriété de faire faire l'oxygène, mais le désir que j'ai de continuer ces recherches lorsque les circonstances me le permettront et l'espoir de pouvoir faire des études plus suivies, me font encore ajourner l'exposition détaillée d'idées que j'ai besoin de soumettre aux épreuves expérimentales.

5. Expériences sur la torpille électrique.

Annales des sciences naturelles, 4e série, t. XVIII, n° 1, avec planches; et Comptes rendus, 8 octobre 1860, 16 septembre 1861, 5 mai 1862.

Sous ce titre, j'ai publié un certain nombre d'expériences que j'ai pratiquées sur la torpille, afin d'essayer de me rendre compte de phénomènes qui ont longtemps paru étranges, et dont l'explication est encore loin d'être acquise.

La formation de l'électricité dans l'organe de la torpille a été rapprochée de la formation de l'électricité dans divers appareils construits par les physiciens. Je me suis placé au point de vue des auteurs de ces théories afin d'imaginer des expériences qui devaient permettre de les juger.

Le résultat de ces expériences a été de montrer que les théories proposées étaient dans l'état actuel de la science insuffisantes ou insoutenables.

Sans rapporter ici les détails que l'on trouvera sur ces expériences dans mes diverses publications, je citerai les propositions qui en découlent immédiatement.

1° La théorie qui suppose que l'électricité de la décharge provient des centres nerveux, est inadmissible.

2° La théorie qui suppose que l'électricité de la décharge résulte de modifications dans la circulation dépendant des nerfs, est infirmée par les expériences que je décris.

3° Les nerfs électriques ne possèdent pas de courants centripètes.

4° Dans la torpille empoisonnée par le curare, les nerfs électriques conservent leur activité physiologique longtemps encore après que les nerfs musculaires ont perdu la propriété d'exciter le tissu musculaire.

5° Il existe pour l'appareil électrique un état tétanique analogue à celui qui existe pour l'appareil musculaire et se manifestant dans les mêmes conditions.

6° L'électricité de la torpille a été obtenue captive dans un condensateur.

Ce mémoire, communiqué à l'Académie des sciences, a été soumis à

l'examen d'une Commission composée de MM. Cl. Bernard et Becquerel. Un rapport favorable et concluant à l'insertion du mémoire dans le recueil des savants étrangers a été lu dans la séance du 5 mai 1862 et a été l'occasion d'une Note adressée par M. Matteucci, à l'Académie, le 26 mai 1862. Le rapporteur de la Commission a lu, dans la séance du 2 juin, une réponse à la Note du célèbre professeur de Pise ; j'extrais de cette réponse les lignes qui sont relatives à mon mémoire :

« Les deux communications faites à l'Académie par M. Armand Moreau, dans les séances du 8 octobre 1860 et du 16 septembre 1861, enrichissent la science de résultats qui ne se trouvent dans aucun des auteurs qui ont écrit sur la torpille. L'une d'elles, relative à la manière de retenir l'électricité de la décharge de la torpille dans un condensateur, est entièrement nouvelle. L'autre, relative à l'action du curare sur la torpille, contient des faits que nous considérons comme importants et vrais, quoique différents de ceux que M. Matteucci a publiés. Ces deux communications forment la partie principale du travail que nous avons eu à examiner. L'auteur y a joint une série d'expériences intéressantes par les conditions nouvelles dans lesquelles il s'est placé. C'est avec raison que M. Moreau, dans un sujet aussi obscur que celui qu'il étudie, sujet où tout a été supposé et écrit, et où il reste tout à prouver, a fait des expériences pour juger des théories qu'il déclare lui-même invraisemblables. La critique expérimentale qu'on trouve dans son travail ne sera pas lue sans intérêt par les physiologistes et les physiciens.

« Les recherches de M. Moreau ne portant pas sur les courants constants qui existent dans l'organe électrique comme dans les muscles, il n'a pas eu l'occasion de se servir de ces galvanomètres très-délicats dont l'emploi exige des précautions particulières, sur lesquelles MM. Matteucci, Dubois-Reymond et Jules Regnauld ont fortement appelé l'attention des physiciens ; dès lors tout ce qui, dans la Note de M. Matteucci, est relatif à ces galvanomètres, n'a pas de rapport direct avec le travail qui nous occupe.

« Nous ne croyons pas devoir exposer ici, pas plus que nous n'avons dû le faire dans notre Rapport à l'Académie, les conditions spéciales que l'auteur a réalisées dans ses expériences et qu'il a décrites brièvement et clairement. Ce serait nous engager dans un long développement que de montrer en quoi les expériences de M. Moreau, auxquelles M. Matteucci fait allusion dans sa Note, ont une signification que n'avaient pas les expériences faites jusque-là. En un mot, rien ne peut dispenser de la lecture de ce travail pour qui veut le juger ou juger notre Rapport. Nous regrettons que M. Matteucci n'en ait pas attendu la publication, qui doit en être faite

prochainement. Nous dirons, pour terminer, que ce travail est le fruit d'études faites sur des centaines de torpilles et poursuivies pendant de longs mois passés à plusieurs reprises depuis quatre ans sur les côtes de France et d'Italie. » (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 2 juin 1862.)

6. Sur quelques poisons du cœur.

Mémoires de la Société de biologie et *Gazette médicale de Paris*, 19 janvier 1856.

Dans ce travail, j'établis que dans les empoisonnements par un certain nombre de sels métalliques tels que le sulfate de cuivre, le sulfate de mercure, etc., le cœur cesse complétement de battre quand les mouvements réflexes persistent encore et quand l'excitabilité nerveuse est encore loin d'être abolie. J'oppose à ces résultats ceux déjà connus que produisent le curare, la strychnine, l'éther, etc., qui, sans avoir des propriétés identiques, déterminent tous la perte de l'excitabilité des nerfs moteurs avant de produire l'arrêt définitif du cœur.

La manière dont ce travail a été conçu et l'époque à laquelle je l'ai fait, le feront, je crois, mieux comprendre. Quelques mots me suffiront pour m'expliquer. A une leçon de M. Cl. Bernard au Collége de France, en 1855, un chien fut sacrifié à l'aide du curare. La leçon finie, le chien laissé pour mort, j'allais le disséquer, mais je songeai à pratiquer sur lui l'insufflation artificielle. Une heure après je soufflais encore dans la trachée, mais je crus voir des mouvements de l'animal; je continuai, ils devinrent bientôt évidents, l'animal revint à la vie. Je cherchai alors à voir si d'autres substances vénéneuses comporteraient le même remède; on comprend en effet que chez le chien curaré l'activité du cœur persiste, mais la perte de l'excitabilité nerveuse amène l'arrêt des mouvements respiratoires, puis consécutivement l'arrêt du cœur et la mort. Si donc on remplace artificiellement les inspirations, le sang continue à circuler dans les poumons, et bientôt, perdant une partie du poison qu'il emporte, il redevient apte à entretenir les propriétés des nerfs, les mouvements respiratoires reparaissent et l'animal revient à la vie. J'espérais, en faisant ces recherches, reconnaître que le mécanisme de la mort, qui est dû à une action portée d'abord sur les nerfs et par suite indiquant l'emploi de la respiration artificielle comme mode de traitement, était commun à beaucoup de substances. Mais en reconnaissant, contre mon espoir, que la mort survient dans les empoisonnements dont je parle par l'arrêt du cœur précédant la disparition de l'excitabilité des nerfs, j'ai dû renoncer à considérer dans

ces cas la respiration artificielle comme un moyen rationnel à conseiller au même titre.

Dans ce travail, j'insiste sur une circonstance qui se présente dans ces expériences pratiquées d'ordinaire sur la grenouille et qui constitue une difficulté dans l'observation. Les sels, facilement solubles et déposés en cristaux ou en solution concentrée, se dissolvent à la faveur des liquides de l'organisme, et, pénétrant les tissus voisins, ils en détruisent les propriétés avant d'avoir été portés par la circulation dans tout l'organisme et d'avoir produit leur véritable action physiologique.

7. SUR LE NERF PNEUMO-GASTRIQUE LATÉRAL.

Société de biologie, 1860, p. 107.

J'ai soumis ce nerf à la galvanisation chez plusieurs espèces de poissons des genres squale et cyprin. J'ai constaté l'absence de mouvement dans les parties auxquelles ce nerf se distribue et la présence des mouvements réflexes généraux accusant le caractère sensible.

La sensibilité de ces nerfs est plus obtuse que celle des nerfs rachidiens. Elle est fugitive et plus difficile à apprécier.

8. SUR LE NERF PNEUMO-GASTRIQUE DES REPTILES.

Société de biologie, 1860, p. 155

J'ai pratiqué la section des pneumo-gastriques chez la tortue et chez la grenouille en vue de voir l'influence de cette section sur les mouvements du cœur. J'ai trouvé que les battements de cet organe n'étaient pas accélérés. On sait que cette section produit un effet inverse chez les animaux à sang chaud.

9. RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA SÉPARATION DES NERFS DE SENTIMENT ET DE MOUVEMENT DANS LA CLASSE DES VERTÉBRÉS.

Société de biologie, 1860, p. 131; 1861, p. 159. — Société philomatique de Paris, 1860, p. 11; 1859, p. 97.

La distinction physiologique des nerfs de sentiment et de mouvement chez les mammifères et les grenouilles a été reproduite par un grand nombre de

physiologistes après les auteurs de cette découverte; j'ai fait cette distinction sur les oiseaux et les poissons. Le procédé nouveau et très-simple que j'emploie chez les poissons repose sur une disposition anatomique qui n'a été signalée nulle part, et qui, en elle-même et par les recherches qu'elle rend possibles, présente quelque intérêt.

Le nerf qui sort des trous de conjugaison des vertèbres est formé, comme on le sait, par la réunion des filets de sentiment et de mouvement confondus et intriqués ensemble. L'opérateur qui veut juger la différence des propriétés de ces éléments est donc obligé de chercher les racines avant leur réunion et par conséquent dans le canal rachidien; cependant j'ai constaté que sur un grand nombre de poissons les deux racines s'accolent sans s'intriquer ni se confondre, et marchent parallèlement et faciles encore à distinguer après leur sortie du canal rachidien. L'expérience devient alors très-facile, et cette recherche des propriétés des racines de sentiment et de mouvement, qui tient une si grande place dans l'histoire de la physiologie de notre siècle et qui exige une opération longue et pénible, j'en appelle à ceux qui comme moi l'ont pratiquée, devient, sur ces espèces de poissons, l'opération la plus simple. Celui qui veut la faire n'a besoin d'aucun essai préalable. A peine est-il nécessaire qu'il sache d'avance l'anatomie.

Voici en effet ce procédé. Sur une raie vivante, j'incise la paroi abdominale et j'écarte les intestins de façon à mettre à nu les nerfs des parois de l'abdomen. J'incise légèrement l'aponévrose le long d'un de ces nerfs au voisinage de la colonne vertébrale, et, avec la pointe d'une épingle, je pénètre dans le sillon léger qui marque l'intervalle des deux racines parallèles et accolées. Une fois ces deux racines écartées, il ne reste qu'à les couper transversalement et à galvaniser chacun des quatre bouts pour constater leurs caractères physiologiques. A défaut d'un appareil pour galvaniser, le pincement des quatre bouts sur un sujet vivace permet de faire de la manière la plus nette la distinction de la racine de sentiment et de la racine de mouvement en manifestant leurs propriétés respectives.

10. Sur les mouvements du cœur chez la grenouille.

Société de biologie, 1857, p. 207.

L'expérience suivante permet d'obtenir l'immobilité complete de l'oreillette avec la persistance des mouvements de systole et de diastole du ventricule.

J'insuffle dans une des veines de la grenouille un peu d'air qui pénètre

dans l'oreillette, la distend outre mesure et lui donne l'aspect d'un petit globe de verre qui reste privé de tout mouvement propre pendant un temps très-long. Le ventricule continue à se contracter sur le sang mêlé d'air qui va au poumon et revient sur lui-même sans pouvoir, pendant longtemps, passer outre. Dans ces conditions qui ne sont pas nécessairement mortelles pour la grenouille, le ventricule a des mouvements tout à fait indépendants par rapport à l'oreillette.

11. Sur la rate.

J'ai communiqué à la Société de biologie le resultat parodoxal d'expériences que j'ai souvent pratiquées depuis deux ans sur la rate. Voici en quoi il consiste : La ligature des artères de la rate détermine dans les heures qui la suivent une distension très-notable de cet organe, distension due au sang qui reflue du système de la veine porte. Ce résultat consigné dans les procès-verbaux de la Société doit être publié dans un travail inachevé auquel je rattache d'autres expériences déjà faites. Ces expériences ont été faites sur le chien.

12. Sur les influences qui déterminent la production des liquides intestinaux.

Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1868, séance du 16 mars.

Dans un travail inséré dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences, je montre que la section des nerfs, allant à une anse intestinale, détermine la production de liquides intestinaux abondants ; et je donne des détails relatifs à la composition de ce liquide au point de vue chimique et au point de vue des éléments qui rentrent dans l'observation microscopique. Si l'on considère le travail de M. Budge relatif à l'ablation des ganglions du plexus solaire, et d'autres expériences qui existent dans la science, et qui sont aussi relatives à l'ablation des ganglions du grand sympathique, on est frappé de la différence des résultats et des quantités de liquides obtenus en agissant comme je le fais sur les nerfs et sur une portion très-limitée du canal intestinal, au lieu d'agir sur les ganglions. Dans un travail que je présente à l'Académie de médecine, et qui est en voie de publication, je montre, par des expériences précises, que certaines substances très-actives pour provoquer les sécrétions intestinales sont sans

effet quand on met l'organisme sous l'influence de la morphine et de l'opium. En sorte que je suis conduit à discuter les théories acceptées aujourd'hui. Le développement de ces idées sera livré très-prochainement à la publicité.

13. COURS PROFESSÉS.

Chargé, en 1852, comme interne à l'hôpital de la Maternité, de professer l'anatomie et la physiologie aux quatre-vingts élèves sages-femmes de cet établissement, j'ai, pendant une année, fait un cours sur ces sujets.

En 1857, à l'École pratique, j'ai fait un cours de physiologie expérimentale, dans lequel j'ai reproduit sur les animaux les principales expériences relatives aux découvertes les plus récentes en physiologie.

On trouve à ce sujet, dans la *Gazette médicale*, 9 janvier 1858, et *Société de biologie*, 1859, p. 2, la relation d'expériences faites dans ce cours, et que j'ai cru devoir publier pour montrer combien il importe dans les expériences physiologiques, particulièrement dans celles qu'un professeur fait en annonçant d'avance au public le résultat qu'il doit atteindre, de savoir tenir compte de l'état de vigueur des animaux. Je montre, par des faits empruntés à mes leçons, que les résultats d'une expérience faite sur deux animaux sont absolument différents quand leur vigueur n'est pas la même, lors même qu'ils sont semblables sous tous les autres rapports.

En 1866, chargé de faire le cours d'histoire naturelle des corps organisés au Collége de France, je suis resté, dans la première leçon, à un point de vue très-général de naturaliste. Dès la seconde leçon, j'ai abordé la physiologie comparée. Les leçons publiées, *Revue et cours scientifique*, 26 mai 1866, et même *Recueil*, 29 septembre 1866, montrent la direction que je donnais à mon exposition.

Au mois d'octobre de la même année, j'ai interrompu la publication de ces premières leçons en apprenant que M. le professeur Flourens avait l'intention de confier son cours à un professeur de la Sorbonne, et je me suis immédiatement remis aux recherches expérimentales que la chaire d'histoire naturelle, dépourvue de laboratoire, ne me permettait pas de continuer. Les recherches sur la rate et sur les sécrétions intestinales, que j'ai indiquées plus haut, sont sorties de ce nouveau travail.

PARIS. — IMP. DE VICTOR GOUPY, RUE GARANCIÈRE, 5.